

Bemerkungen zu v. Frey's „Kraftsinn“ und „Kraftempfindungen“.

Von

Geh. Medizinalrat Prof. Dr. **Goldscheider**.

In mehreren dem „Kraftsinn“ gewidmeten Arbeiten¹⁾ kommt v. Frey zu dem Ergebnis, dass die Gewichtsschätzung auf der Wahrnehmung des Widerstandes beruhe, welchen die Gewichte einer vorgeschriebenen Bewegung entgegensetzen, und dass diese Wahrnehmung durch die Spannung der Muskeln und Sehnen vermittelt werde. Er glaubt sein Untersuchungsergebnis in einen Gegensatz zu denjenigen bringen zu müssen, welche ich selbst früher erhalten und mitgeteilt habe. Da auf die Präzision des Ausdrucks hier einiges ankommt, so setze ich seine Worte, insofern sie wesentlich sind, hierher: „Goldscheider unterscheidet die Schwereempfindung beim Heben von Gewichten von der Widerstandsempfindung, die durch Bewegungshemmung entsteht. Er lässt erstere durch die afferenten Nerven der Sehnen, letztere durch die der Gelenke ausgelöst werden. Beide bedürfen für feinere Unterscheidungen der Mitwirkung des Drucksinnes.“ „Es wird unten gezeigt werden, dass es eine Schwereempfindung im Sinne von Goldscheider nicht gibt.“ (Ein einfacher Versuch usw. Würzb. Sitz.-Ber. S. 2.)

Den Beweis für diese Behauptung, dass es eine Schwereempfindung usw. nicht gibt, erbringt v. Frey durch den Nachweis, „dass nicht die Schwere der Gewichte für die Empfindung maassgebend ist, sondern die durch sie geschaffenen Bewegungswiderstände, die je nach dem Versuchsverfahren als Drehungsmomente oder als Trägheitswiderstände oder als beide zugleich in Erscheinung treten“.

1) Studien über den Kraftsinn. Zeitschr. f. Biol. Bd. 63. 1913. — Die Vergleichung von Gewichten mit Hilfe des Kraftsinns. Zeitschr. f. Biol. Bd. 65. — Ein einfacher Versuch zum Nachweis des Kraftsinns. Sitzungsber. Würzburg 15. Jan. 1914. — Die Feinheit des Kraftsinns geprüft durch Gewichtsvergleichung. Sitzungsber. Würzburg 17. Dez. 1914. — Die physiologischen und psychologischen Grundlagen der Gewichtsschätzung. Arch. f. Anthropol.

Ich habe nun selbstverständlich nirgends die Ansicht geäußert, dass die Schwere als solche empfunden werde. Da der Ausdruck „Schwereempfindung“ denjenigen, welcher meine bezügliche Arbeit¹⁾ nicht näher kennt, leicht verführen könnte, das Gegenteil anzunehmen, so führe ich einige Zitate aus derselben zum Beweise an: „Selbstverständlich erwies sich die Grösse des eben merklichen Gewichts als abhängig von der Entfernung, in welcher der Angriffspunkt des Gewichts sich von dem Gelenk befand“ (S. 148)²⁾. „Es dürfte somit am wahrscheinlichsten sein, dass die Sehnen das Substrat der Schwereempfindung bilden. Diese Annahme würde auch insofern unsere Vorstellungen befriedigen, als die Spannungszunahme der Sehnen in einem regelmässigen Verhältnis zum statischen Moment der Last und zum Kraftaufwand stehen muss“ (S. 184). Ich setze auseinander, das Schwellenwert wie Unterschiedsempfindlichkeit der Schwereempfindung streng genommen für jedes „Segment“ einer Extremität gesondert ermittelt werden müsste, wobei die statischen Verhältnisse „entweder wirklich gleichartig gestaltet oder doch durch Umrechnung reduziert werden müssen“ (S. 193). Ich weise darauf hin, dass der Winkel, welchen die Zugrichtung des Gewichts mit dem hebenden Gliede bildet, von Einfluss auf den Schwellenwert ist; dass die Empfindlichkeit am grössten ist, wenn die Abhebung beim Passieren der horizontalen Lage erfolgt. Ich führe den Beweis, dass die Schwellenwerte der Schwereempfindung sich verschieden verhalten, je nachdem die Hebung eingliedrig (d. h. mittels eines Segments) oder mehrgliedrig stattfindet, usw. Ich habe somit hinreichend deutlich zum Ausdruck gebracht, dass ich nicht die Schwere des Gewichts als maassgebend für die Empfindung erachte, sondern die statischen Momente, d. h. genau wie v. Frey die Bewegungswiderstände.

Die Schwereempfindung braucht überhaupt nicht durch ein zu hebendes Gewicht bedingt zu sein. „Sie kann ebensowohl durch eine innere Ursache, nämlich durch vermehrten Widerstand der Antagonisten, produziert werden. Es kann ferner eine Schwereempfindung von gleicher Grösse durch die verschiedenartigsten äusseren Umstände hervorgebracht werden: durch ein grösseres Ge-

1) Über den Muskelsinn. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1899. Suppl. Auch: Ges. Abhandl. Bd. 2.

2) Die Seitenzahlen beziehen sich auf Arch. f. Anat. u. Physiol.

wicht an kleinerem Hebelarm, durch ein kleineres an grösserem Hebelarm; überhaupt nicht durch ein gehobenes Objekt, sondern durch ein konsistenteres Medium, in welches das Segment eindringt; durch ein kompressibles Objekt, welches eingedrückt wird“ usw. (S. 178). Alle diese Beispiele beweisen, dass ich die Schwereempfindung durch Bewegungswiderstände entstehen lasse. Der Ausdruck „Schwereempfindung“ soll keinen Hinweis auf die Schwerkraft enthalten, sondern besagen, dass es sich um ein Empfindungselement von einer eigenartigen Qualität „schwer“ handelt. Hierüber habe ich keinen Zweifel gelassen. „Die Schwereempfindung verbindet sich mit anderen einfachen Sinnesindrücken sowie mit gewissen Vorstellungen, indem sie dem schon vorhandenen Komplex das Attribut „schwer“ einfügt; so mit einer Bewegungsempfindung zum Eindruck einer schweren Bewegung; mit einer bestimmten Lagevorstellung eines Körperteils zu dem Eindruck, dass derselbe schwer erscheint; mit der Vorstellung eines ausser uns befindlichen und auf uns wirkenden Seienden zur Vorstellung eines schweren Objekts“ (S. 191).

Die Schwereempfindung enthält die Qualität „schwer“, wie die Kälteempfindung die Qualität „kalt“. An dieser Bezeichnung halte ich fest, weil ich sie für die richtigste halte. Es ist doch wohl kein Zweifel, dass wir bei der Überwindung eines Bewegungswiderstandes eine Empfindung haben; auch v. Frey nimmt eine solche an, nur dass er sie anders bezeichnet. Der Ausdruck „schwer“ und die verschiedenartige Anwendung, welche wir von demselben machen, wenn wir von einem schweren Gegenstand, einer schweren Arbeit, der Schwerkraft usw. sprechen, ist auf die Empfindung des Schweren zurückzuführen. Man könnte höchstens darüber streiten, ob die Qualität „schwer“ der Empfindung an sich anhaftet oder einen Vorstellungskomplex umfasst, in welchem neben gewissen Empfindungen noch das Bewusstwerden der Hemmung einer vorgestellten Bewegung enthalten ist. Aber immerhin, gewisse Empfindungen besonderer Art müssen doch da sein, das zeigt schon der besonders hohe, dem Lichtsinn nahekommende Grad ihrer Unterschiedsempfindlichkeit (v. Frey).

Es ist nun allgemein üblich, die Empfindungen nach ihrem qualitativen Inhalt zu bezeichnen, und ich vermag daher nicht einzusehen, weshalb man die Empfindung „schwer“ nicht „Schwereempfindung“ nennen soll. Allenfalls könnte man farblos von einer „Sehnen-“ bzw. „Muskelspannungsempfindung“ sprechen, eine Bezeichnung, die aber

jeder Prägung entbehren würde. Auf keinen Fall aber kann man sie als „Kraftempfindung“ bezeichnen, wie es v. Frey tut. Kraft ist ein Begriff; ein Ausdruck, welchen wir für die ursächliche Beziehung gewisser Vorgänge anwenden. Kraft kann man nicht empfinden, sondern nur die Vorgänge selbst. Muskelkraft ist ein Ausdruck für die Beziehung gewisser materieller, chemischer und physikalischer Vorgänge im Nerv-Muskelsystem zu äusseren Vorgängen, welche als Erfolge jener anzusehen sind. Die Bezeichnungen „Kraftsinn“ und „Kraftempfindung“ sind zudem geeignet, die falsche Vorstellung zu erzeugen, als ob es sich um die von uns willensmässig aufgewendete Kraft handle. E. H. Weber ging offenbar selbst von dieser Vorstellung aus, wenn er sagte, dass wir „den Grad der Anstrengung“ empfinden. Hiervon ist aber bekanntlich keine Rede, denn die Schwereempfindung ist nicht an die willkürliche Muskelbewegung als solche geknüpft, sondern kommt ebenso bei elektrischer oder reflektorischer Reizung der Muskeln zustande. Wenn wir die Empfindung der Sehnen- spannung als sensitives Merkmal für diejenigen Vorgänge benutzen, welche wir in ihren gegenseitigen Beziehungen begrifflich als Muskelkraft zusammenfassen, so kann doch von einem Empfinden dieser Kraft nicht gesprochen werden. Hierzu kommt, dass die Sehnen- bzw. Muskelspannung zur aufgewendeten Kraft nur unter bestimmten Voraussetzungen in regelmässigen Beziehungen steht, nämlich wenn dieselbe so bemessen wird, dass sie das Bewegungshindernis gerade überwindet, oder wenn bei überschliessender Kraft die Bewegungs- beschleunigung die gleiche ist. Somit ist die Sehnen- bzw. Muskelspannung mehr geeignet, uns den Bewegungswiderstand als die Kraft erkennen zu lassen.

Unsere Gepflogenheit, von der Muskelkraft schlechthin als Kraft zu sprechen, ist schliesslich auch nur auf das Bedürfnis zurückzuführen, die Beziehungen des wahrnehmbaren Erfolges zu gewissen physiologischen (und psychologischen) Vorgängen auf einen kurzen Ausdruck zu bringen. In Wirklichkeit existiert natürlich eine solche „Kraft“ nicht.

Unrichtig ist es ferner, wenn v. Frey mir zuschiebt, dass die Schwereempfindung für feinere Unterscheidungen der Mitwirkung des Drucksinnes bedürfe. Vielmehr habe ich an mehreren Stellen hervorgehoben, dass dieselbe mit Hautempfindungen nichts zu tun habe. „Allein, es wird sich zeigen, dass das Hautgefühl tatsächlich nicht beteiligt ist“ (S. 151). „Dass damit die Beteiligung der Hautnerven

an dem Entstehen der Schwereempfindung einwandlos widerlegt ist.“ (S. 153). Ich weise nach, dass die durch den faradischen Strom bewirkte Anästhesierung der Haut die Schwereempfindung „so gut wie gar nicht verschlechtert“. Die Behauptung v. Frey's gründet sich auf eine misverständliche Auffassung einer von mir gemachten Bemerkung: bei der Gewichtshebung mittels des im Metacarpo-Phalangealgelenk bewegten Zeigefingers machte es für Gewichte von 5 g einen Unterschied für die Empfindung, ob man dieselben am Nagelgliede unmittelbar oder über einer auf dasselbe gestreiften, mit Wasser gefüllten Gummimanschette aufhängte. Ich bemerkte dazu: „Bei den kleinen Gewichten in der angegebenen Grenze scheint allerdings die Hautsensibilität mitzuwirken; es ist jedoch noch zu bedenken, dass die durch das Eigengewicht der gefüllten Manschette (14 g) dargestellte Anfangsbelastung des Nagelgliedes vielleicht zur Herabsetzung der Empfindungsleistung beiträgt.“ Es handelte sich bei meinen Untersuchungen nicht um die Leistungen der Unterschiedsempfindlichkeit, sondern um den Schwellenwert. Dass in bezug auf diesen an der empfindlichen Tastfläche der Fingerspitze Komplikationen der Schwerempfindung durch die Druckempfindung der Haut vorkommen können, ist nicht verwunderlich. Wie ich über die Bedeutung der letzteren denke, geht aus meinen, sich unmittelbar an jene Bemerkung anschliessenden Sätzen hervor: „Dass die Hautsensibilität einen wesentlichen Anteil an dem Gefühl der Schwere nehmen sollte, ist von vornherein nicht anzunehmen, weil letzteres sich von der Länge des Hebelarmes, an welchem das Gewicht wirkt, abhängig zeigt, und weil die physiologischen Feststellungen E. H. Weber's über die Unterschiedsempfindlichkeit sowie die pathologischen Beobachtungen Eigenbrodt's und Leyden's die Unabhängigkeit der Fähigkeit, Gewichte zu unterscheiden, vom Drucksinn lehren. Dennoch ist es wichtig, hervorzuheben, dass im allgemeinen Hautsensationen in den etwaigen Empfindungskomplex, auf Grund dessen wir unsere Vorstellungen über die Schwere bilden, überhaupt nicht eingehen.“

v. Frey erwähnt selbst, dass bei der Untersuchung des „Kraftsinnes“ Urteilstäuschungen durch Mitwirkung des Drucksinnes vorkommen. Eine solche Urteilstäuschung hatte ich im Auge, nicht, dass ich meinte, die Schwereempfindung „bedürfe der Mitwirkung des Drucksinnes.“

Für die von mir so genannte Widerstandsempfindung, welche

nichts mit der Gewichtshebung zu tun hat, sondern auf einer Stosswirkung beruht, habe ich in einer späteren Arbeit¹⁾ die Mitwirkung der Hautsensibilität zugegeben, nicht aber für die Schwereempfindung. Es handelte sich um die „paradoxe Widerstandsempfindung“: dieselbe tritt bei der Senkung eines Gliedteiles, welches durch ein an einem Bande befestigtes herabhängendes Gewicht beschwert ist, im Augenblick des Aufsetzens des Gewichts auf eine feste Unterlage, also im Moment der Entlastung, auf. Die nähere Untersuchung ergab, dass die Widerstandswahrnehmung von den statischen Momenten abhängt, dass aber auch die Hautsensation, welche an der Stelle der Befestigung des Bandes bei der Entlastung auftritt, von Bedeutung ist. „Die Hautsensation trägt zur quantitativen Verfeinerung sowie zur Lokalisation der Widerstandsempfindung und damit zur deutlicheren Gestaltung des Gesamteindrucks und der resultierenden Widerstandsvorstellung bei.“ Dies hat aber, wie gesagt, mit der Schwereempfindung nichts zu tun.

v. Frey's Untersuchungen kommen also, insofern es sich um Grundsätzliches handelt, zu demselben Ergebnis wie die meinigen: er leitet die „Kraftempfindungen“ von den Spannungen der Muskeln und Sehnen ab; ich habe die Schwereempfindung mit der Empfindung der Sehnenspannung identifiziert und die Frage der Beteiligung von Muskelspannungsempfindungen offen gelassen. Ich muss daher die mich ins Unrecht setzende Darstellung v. Frey's als unzutreffend zurückweisen.

An der von mir angewendeten Bezeichnung „Schwereempfindung“ halte ich nicht bloss fest, sondern erachte sie sinnesphysiologisch für korrekter als die von v. Frey versuchte Wiederbelebung des „Kraftsinnes“.

1) Goldscheider und Blecher, Versuche über die Empfindung des Widerstandes. Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abteil. 1893.